



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 11 148.4
Anmeldetag: 14. März 2003
Anmelder/Inhaber: MAHLE GmbH, Suttgart/DE
Bezeichnung: Verfahren zur Herstellung eines geschmiedeten
Kolbens für einen Verbrennungsmotor
IPC: B 23 P, B 21 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

Verfahren zur Herstellung eines geschmiedeten Kolbens für einen Verbrennungsmotor

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines geschmiedeten Kolbens für einen Verbrennungsmotor, mit einer am Kolbenboden vorgesehenen Verbrennungsmulde, bei dem der Kolben aus einem ersten ringförmigen Rohteil aus oxidationsbeständigem Stahl mit mindestens einer Fügfläche und einem zweiten zylindrischen Rohteil aus warschmiedbaren Stahl mit mindestens einer Fügfläche derart gebildet wird, dass beide Rohteile durch Schmieden zu einem Kolbenrohling geformt werden, wodurch zumindest die Verbrennungsmulde aus oxidationsbeständigem Stahl gebildet ist, und anschließend der Kolbenrohling durch maschinelles Bearbeiten zu einem in den Verbrennungsmotor einbaufertigen Kolben bearbeitet wird.

Zur Leistungssteigerung moderner Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren, werden die Kompressionsdrücke und damit die Temperaturen im Brennraum stetig erhöht. Die Folge dieser Maßnahme ist, dass nach einem Motorlauf in Abhängigkeit von der erreichten Betriebstemperatur an den mit einer Verbrennungsmulde versehenen Stahlkolben oder aus Stahl bestehenden Kolbenböden Verzunderung feststellbar ist, die insbesondere am Muldenrand auftritt. Diese Verzunderung kann zur Anrissbildung und damit zum Ausfall des Bauteils führen. Kritisch sind ebenso die Materialabtragungen am Kolbenboden entlang der Kraftstoff-Einspritzstrahlen, die einen Schutz gegen den Verschleiß durch Erosion erforderlich machen. Bekannte Lösungen zur Verbesserung dieser Situation sind beispielsweise das Beschichten des fertigen Kolbens im Muldenrandbereich mit einer zunderbeständigen Schicht mittels Plasmaspritzen oder das Auftragschweißen von zunderbeständigeren Werkstoffen am vorbearbeiteten Kolben.

Aus der Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen PCT/DE02/02768 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Kolbens oder Kolbenbodens für einen Verbrennungsmotor bekannt, welches das vorgenannte Problem dadurch löst, dass in die Fügfläche

eines aus Stahl bestehenden Rohteils eine ringförmige Ausnehmung eingearbeitet wird, die anschließend mittels eines zunderbeständigen Materials durch Schweißen aufgefüllt, nachfolgend das Rohteil zum Kolben geschmiedet und danach zum einbaufertigen Kolben bearbeitet wird. Durch das Schmieden bzw. Umformen wird erreicht, dass das zunderbeständige Material am Muldenrand der Verbrennungsmulde des Kolbens zu liegen kommt. Nachteilig ist jedoch die relativ große Anzahl von Verfahrensschritten, durch welche die Herstellung eines derartigen Kolbens verteuert und uneffektiv gemacht wird.

Eine in Bezug zur vorgenannten Patentanmeldung andere Lösung zeigt die WO 02/06658 A1 auf, indem ein zylinderförmiges Rohteil aus Chromstahl, also einem zunder- und oxidationsfesten Stahl, mit einem zweiten zylinderförmigen aus konventionellen Stahl (SE 4140) bestehenden Rohteil durch Reibschweißen verbunden und anschließend mittels Heißschmieden zu einem Kolben geformt wird, der nachfolgend noch einer Endbearbeitung zu unterziehen ist. Nachteilig an diesem Verfahren ist, dass die beiden Rohteile flächenhaft, d.h. mit ihren Stirnseiten fest zu verbinden sind. Das Herstellungsverfahren erfordert somit einen aufwendigen Vorbearbeitungsschritt zur Herstellung eines Kolben. Durch das Reibschweißen entsteht außerdem umfangsseitig Schweißgrat in einem nicht unbeträchtlichen Maß, der vor dem Schmieden bzw. Umformen durch Überdrehen oder Abschleifen entfernt werden muss, da einerseits der so gefügte Rohling nicht in die Schmiedeform einzulegen ist und andererseits das Schweißgratmaterial eine einwandfreie Umformung mit einer entstehenden guten metallischen Verbindung nicht zulässt.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein gegenüber dem Stand der Technik vereinfachtes und kostengünstiges Herstellungsverfahren für einen Kolben mit verringerter Verzunderungsneigung am Muldenrand und verbesserten Schutz gegen Verschleiß durch Erosion anzugeben.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

Durch das Aufschumpfen der Rohteile hat sich überraschenderweise gezeigt, dass sich eine lunkerfreie sowie schlackenfreie metallische Bindung nach dem Schmieden am Kolbenrohling einstellt.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt die

Fig. 1 schematisch den Ablauf des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens in den Schritten A bis D, und

Fig. 2 schematisch eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens im Schritt A

In der Fig. 1 gemäß Verfahrensschritt A) weist ein mit 1 bezeichnetes rohrförmiges Rohteil aus oxidationsbeständigem Stahl mindestens eine ebene Stirnfläche 12a sowie eine durch die Innenwand des Rohteils gebildete Fügfläche 3 auf, wobei die Stirn- und Fügfläche beispielsweise durch einen Dreharbeitsgang hergestellt werden. Das Rohteil 1 besteht bevorzugt aus einem Werkstoff, der eine verbesserte Oxidationsbeständigkeit bei Temperaturen oberhalb 500°C aufweist, wie beispielsweise der Stahl X45CrSi9 oder andere geeignete Stähle oder besteht aus Werkstoffen auf Nickel-, Kobalt- oder Titan-Basis. Ein mit 2 bezeichnetes zylindrisches Rohteil aus warmeschmiedbarem Stahl, das bevorzugt aus dem Werkstoff 42CrMo4 oder 38MnSiVS5 besteht, weist ebenfalls eine Fügfläche 4 auf, die durch die Mantelfläche einer zapfenförmigen Ausbildung an einem Ende des Rohteils 2 gebildet wird. Die ebene Stirnfläche des Rohteils 1 sowie die radiale Ringfläche 12b des zapfenförmig ausgebildeten Endes des Rohteils 2 sind planparallel zueinander ausgerichtet und bilden später im miteinander gefügten Zustand beider Rohteile eine minimale Trennfuge 12. Beide Rohteile besitzen jeweils annähernd den gleichen Außendurchmesser d. Grundsätzlich kann über die Höhe h_1 und des Innendurchmessers d_1 des Rohteils 1 bestimmt werden, welche Kolbenbereiche des Kolbens 10, wie der Muldenrandbereich 6a, die komplette Verbrennungsmulde 6 oder auch Teile der Ringpartie 7 aus oxidationsbeständigem Material bestehen sollen.

Im Verfahrensschritt B) wird das Rohteil 1 auf das Rohteil 2 bis zum Erreichen einer minimalen Trennfuge 12 kraftfrei dadurch aufgeschoben, indem während des Aufschiebens bzw. Aufschrumpfens das Rohteil 1 erwärmt wird, beispielsweise auf eine Temperatur von plus 100 bis 150°C. Das Rohteil kann 2 zusätzlich auch noch abgekühlt werden, beispielsweise auf minus 100 bis 150°C, wobei eine derartige Abkühlung zur erfolgreichen Durchführung des Verfahrens aber nicht erforderlich ist.

Mittels eines an sich bekannten Schmiedeverfahrens wird die Umformung der miteinander verbundenen Rohteile 1 und 2 zu einem Kolbenrohling 5 realisiert, wie im Verfahrensschritt C) der Fig. 1 dargestellt. Dabei können die verbundenen Rohteile auf Raumtemperatur abgekühlt oder nach erfolgtem Fixieren durch das Schrumpfen im noch warmen Zustand sein.



Durch das Schmieden erfolgt das eigentliche „Verschweißen“ der Rohteile 1 und 2 durch die Ausbildung einer Gefügeverbindung, wobei das oxidationsbeständige Material, also das Rohteil 1, derart verformt wird, dass es im Bereich des entstehenden Muldenrandes 6a bzw. der gesamten Verbrennungsmulde 6 zu liegen kommt. Auch ein lokales Fließen des Materials infolge des Schmiedens in den Bereich der Ringpartie 7 hinein ist nicht auszuschließen. Bei einer anschließenden Abkühlung aus der Schmiedehitze wird die Temperatur so geführt, dass beide Stahlwerkstoffe im gewünschten Wärmebehandlungszustand vorliegen.


Anschließend erfolgt durch eine spanabhebende Bearbeitung die Fertigstellung des Kolbenrohlings zu einem in einen Verbrennungsmotor einsetzbaren Kolben 10 mit gewünschter Verbrennungsmulde 6, Ringpartie 7, Bolzennabe 8, etc.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel gemäß Verfahrensschritt A) nach Fig. 2 ist das rohrförmige Rohteil 1 mit einer zur Längsachse 9 des Rohteils konischen Fügfläche 3 versehen, die an ihrem aufsteigenden Ende in eine zylindrische Bohrungsfläche mit der Höhe h und Durchmesser d_1 übergeht. Über eine ebenfalls konisch ausgeführte Fügfläche 4 des Rohteils 2, die an ihrem ebenfalls aufsteigenden Ende in eine zylindrische Mantelfläche eines Absatzes mit dem Durchmesser d_1 und Höhe h übergeht, erfolgt mittels eines Schrumpfsitzes das Fügen beider Rohteile derart, dass die Fügflächen 3 und 4 mit ihren Durchmessern

d_1 zueinander einen minimalen Überstand bilden. Dazu werden beide Rohteile 1 und 2 einer Temperaturbehandlung analog dem vorgenannten ersten Ausführungsbeispiel unterworfen. Je nach dem inneren Durchmesser d_1 und der Höhe h_1 des rohrförmig ausgebildeten Rohteils 1 wird bestimmt, ob der komplette Muldenrand 6a, nur der obere zum Brennraum hinreichende Teil des Muldenrands oder auch zusätzlich noch ein Teil der Ringpartie 7 aus dem oxidationsbeständigen Material besteht.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren auch mit geschmiedeten Rohteilen 1 und 2 durchführbar ist.

Bezugszeichen

Rohrförmiges Rohteil aus oxidationsbeständigem Stahl	1
Zylindrisches Rohteil aus warmschmiedbarem Stahl	2
Fügfläche des Rohteils 1	3
Fügfläche des Rohteils 2	4
Kolbenrohling	5
Verbrennungsmulde	6
Muldenrand	6a
Ringpartie	7
 Bolzennabe	8
Längsachse der Rohteile 1, 2	9
Kolben	10
Trennfuge	12
Stirnfläche	12a
Ringfläche	12b
Außendurchmesser der Rohteile 1, 2	d
Innendurchmesser des Rohteils 1	d ₁
Höhe der Rohteile	h _{1,2}
Höhe	h



Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines geschmiedeten Kolbens (10) für einen Verbrennungsmotor, mit einer am Kolbenboden vorgesehenen Verbrennungsmulde (6), bei dem der Kolben (10) aus einem ersten rohrförmigen Rohteil (1) aus oxidationsbeständigem Stahl mit mindestens einer Fügfläche (3) und einem zweiten zylindrischen Rohteil (2) aus warm Schmiedbarem Stahl mit mindestens einer Fügfläche (4) derart gebildet wird, dass beide Rohteile durch Schmieden zu einem Kolbenrohling (5) geformt werden, wodurch zumindest die Verbrennungsmulde aus oxidationsbeständigem Stahl gebildet ist, und anschließend der Kolbenrohling (5) durch maschinelles Bearbeiten zu einem in den Verbrennungsmotor einbaufertigen Kolben bearbeitet wird,

dadurch gekennzeichnet,

- dass das Rohteil (1) mit seiner Fügfläche (3) auf die Fügfläche (4) des Roh- teils (2) aufgeschrumpft wird; und
- dass anschließend der Kolbenrohling (5) durch Schmieden hergestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Aufschrum- pfen das erste Rohteil (1) auf 100 bis 150 ° C erwärmt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schmie- den zum Kolbenrohling nach einer Abkühlung auf Raumtemperatur der miteinan- der verbundenen Rohteile (1, 2) erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Fügflächen (3, 4) der Rohteile (1, 2) zur Längsachse der Rohlinge bevorzugt konisch geformt sind.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines geschmiedeten Kolbens (10) für einen Verbrennungsmotor, mit einer am Kolbenboden vorgesehenen Verbrennungsmulde (6), bei dem der Kolben (10) aus einem ersten rohrförmigen Rohteil (1) aus oxidationsbeständigem Stahl mit mindestens einer Fügfläche (3) und einem zweiten zylindrischen Rohteil (2) aus warm Schmiedbarem Stahl mit mindestens einer Fügfläche (4) derart gebildet wird, dass beide Rohteile durch Schmieden zu einem Kolbenrohling (5) geformt werden, wodurch zumindest die Verbrennungsmulde aus oxidationsbeständigem Stahl gebildet ist, und anschließend der Kolbenrohling (5) durch maschinelles Bearbeiten zu einem in den Verbrennungsmotor einbaufertigen Kolben bearbeitet wird. Eine gegenüber dem Stand der Technik vereinfachte und kostengünstigere Herstellung eines Kolbens mit verringerter Verzundungsneigung am Muldenrand und verbesserten Schutz gegen Verschleiß durch Erosion soll dadurch erreicht werden, indem das Rohteil (1) mit seiner Fügfläche (3) auf die Fügfläche (4) des Rohteils (2) aufgeschrumpft wird und anschließend der Kolbenrohling (5) durch Schmieden hergestellt wird.

Fig. 1 soll veröffentlicht werden.

1/2

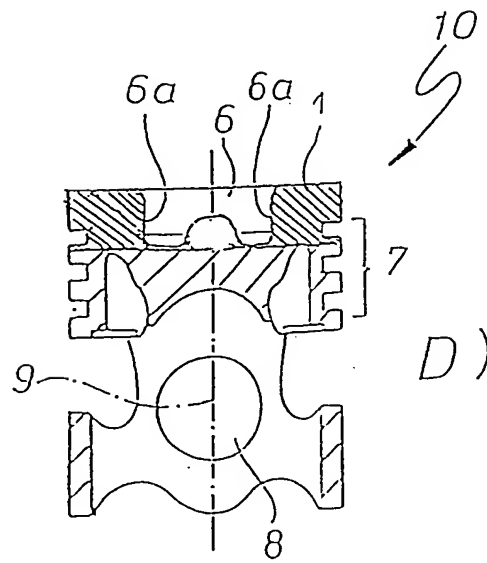
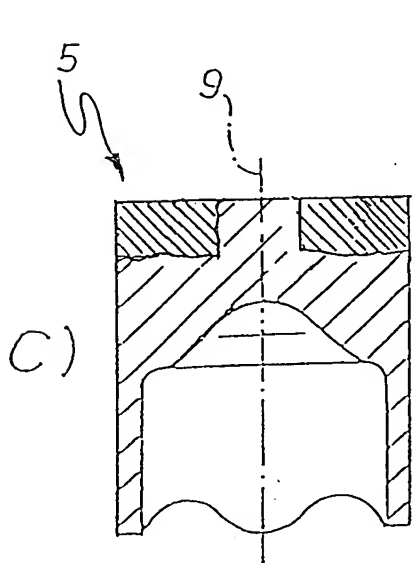
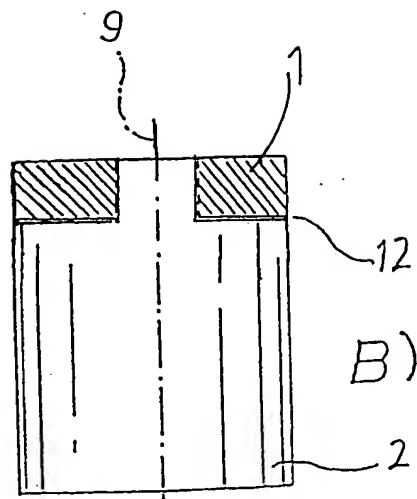
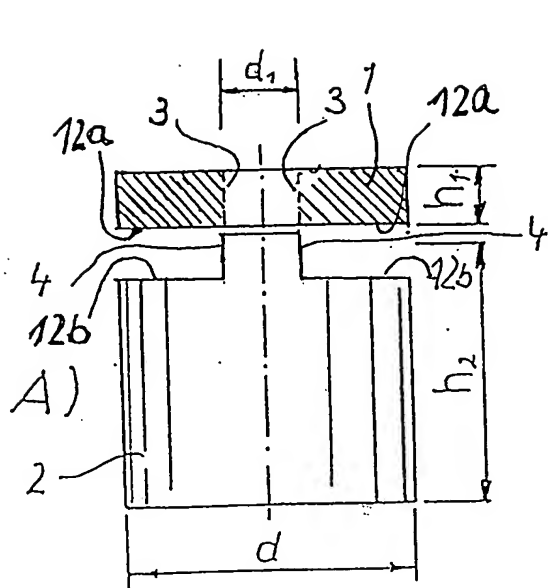


Fig. 1

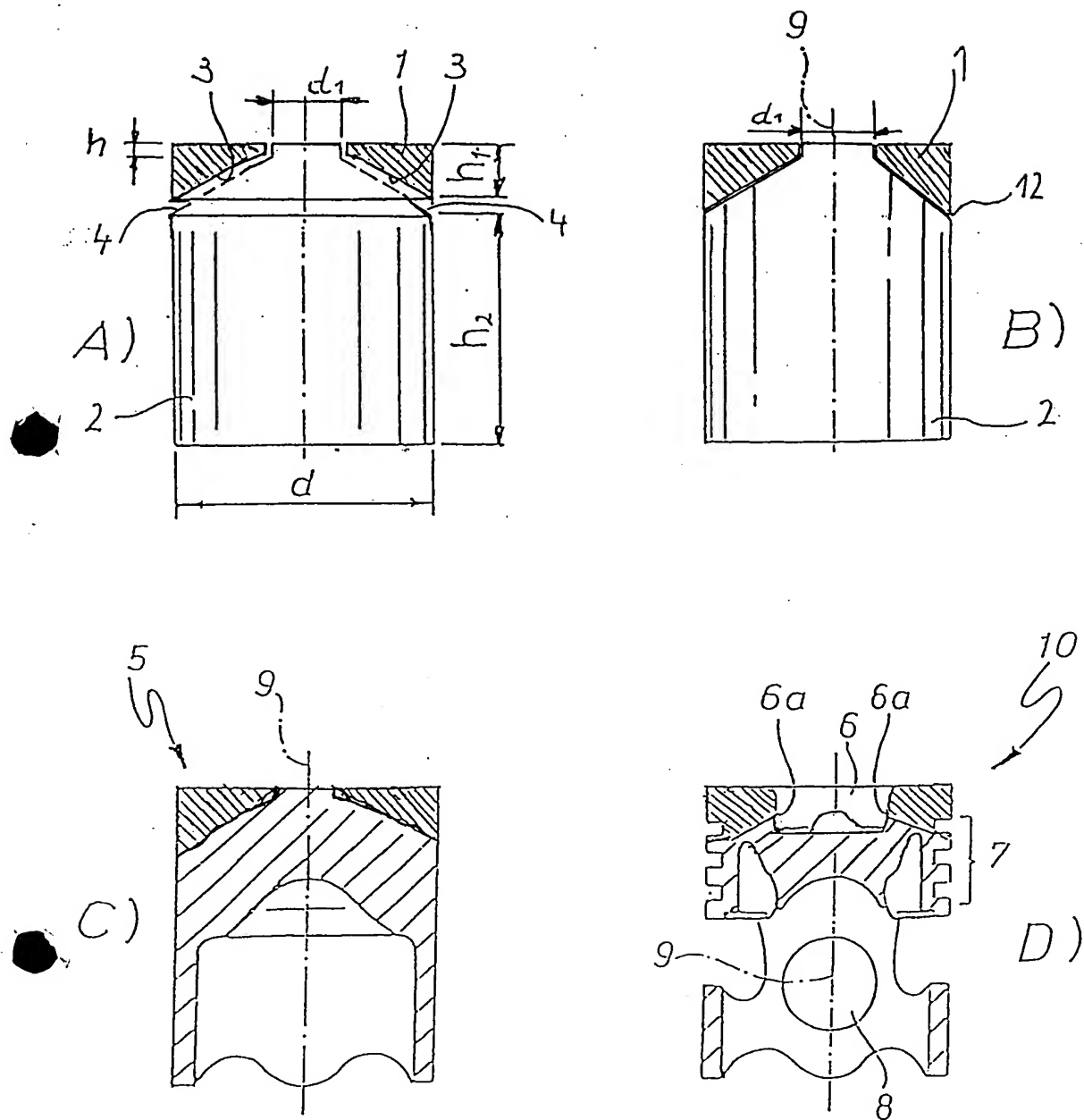


Fig. 2